Solutionnaire du chapitre 5

1. Le courant moyen est

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{\Delta t} \\ &= \frac{30C}{5s} \\ &= 6A \end{aligned}$$

2. On a

$$\begin{gathered} \frac{dQ}{dt} = I \\ \frac{dQ}{dt} = 3\tfrac{A}{s^2}t^2 + 8\tfrac{A}{s}t + 2A \\ dQ = \left(3\tfrac{A}{s^2}t^2 + 8\tfrac{A}{s}t + 2A\right)dt \\ Q = \int_{0s}^{5s} \left(3\tfrac{A}{s^2}t^2 + 8\tfrac{A}{s}t + 2A\right)dt \\ Q = \left[1\tfrac{A}{s^2}t^3 + 4\tfrac{A}{s}t^2 + 2A\cdot t\right]_{0s}^{5s} \\ Q = \left[1\tfrac{A}{s^2}(5s)^3 + 4\tfrac{A}{s}(5s)^2 + 2A\cdot 5s\right] - [0] \\ Q = 235C \end{gathered}$$

3. On a

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

La charge qui entre dans le fil en 1 seconde est

$$\begin{aligned} 10A &= \frac{Q}{1s} \\ Q &= 10C \end{aligned}$$

Le nombre d'électrons que représente cette charge est

$$Q = Ne$$
$$10C = N \cdot 1,602 \times 10^{-19} C$$
$$N = 6,242 \times 10^{19}$$

4. Le champ électrique est

$$\begin{aligned} E &= \frac{\Delta V}{l} \\ &= \frac{40V}{10m} \\ &= 4 \tfrac{V}{m} \end{aligned}$$

5. On a

$$Q = I\Delta t$$
$$0,75Ah = 50 \times 10^{-3} A \cdot \Delta t$$
$$\Delta t = 15h$$

6. On a

$$I = nev_d A$$
$$5A = 2 \times 10^{28} m^{-3} \cdot 1,602 \times 10^{-19} C \cdot v_d \cdot \pi \left(0,001m\right)^2$$
$$v_d = 4,967 \times 10^{-4} \tfrac{m}{s}$$

7. a) Trouvons premièrement la densité d'électron libre de l'aluminium.

$$\begin{aligned} n &= \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M} \\ &= 3 \times \frac{2699 \frac{kg}{m^3} \cdot 6,02 \times 10^{23}}{0,026982 \frac{kg}{mol}} \\ &= 1,807 \times 10^{29} m^{-3} \end{aligned}$$

La vitesse de dérive est donc

$$I = nev_dA$$
$$0,05A = 1,807\times10^{29}m^{-3}\cdot 1,602\times10^{-19}C\cdot v_d\cdot \pi\left(0,0005m\right)^2$$
$$v_d = 2,199\times10^{-6}\tfrac{m}{s}$$

b) Le temps est

$$\begin{aligned} t &= \frac{distance}{vitesse} \\ &= \frac{5m}{2,199\times10^{-6}\tfrac{m}{s}} \\ &= 2,274\times10^{6}s \\ &= 26 \text{ jours } 7 \text{ heures } 40 \text{ minutes } 56 \text{ secondes} \end{aligned}$$

8. Si le fil a une longueur *L,* le temps est

$$\begin{aligned} t &= \frac{distance}{vitesse} \\ &= \frac{L}{v_d} \end{aligned}$$

La vitesse de dérive se trouve avec la formule suivante.

$$I = nev_dA$$
$$v_d = \frac{I}{neA}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} t &= \frac{L}{v_d} \\ &= \frac{LneA}{I} \end{aligned}$$

Or, le volume du cylindre est *Vol* = *Ad.* On a donc

$$t = \frac{ne\left(vol\right)}{I}$$

Il y a un lien entre le volume du cylindre et la masse volumique ρ. Ce lien est

$$\rho = \frac{m}{vol}$$

Cela signifie que le volume est

$$vol = \frac{m}{\rho}$$

Le temps devient donc

$$\begin{aligned} t &= \frac{ne(vol)}{I} \\ &= \frac{nem}{I\rho} \end{aligned}$$

Finalement, la densité d'électron libre est

$$n = \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} t &= \text{valence} \times \frac{\rho N_A}{M} \frac{em}{I\rho} \\ &= \text{valence} \times \frac{N_A}{M} \frac{em}{I} \end{aligned}$$

En utilisant les valeurs, on obtient

$$\begin{aligned} t &= \text{valence} \times \frac{N_A}{M} \frac{em}{I} \\ &= 3 \times \frac{6,02 \times 10^{23}}{0,029982 \frac{g}{mol}} \frac{1,602 \times 10^{-19} C \cdot 0,004 kg}{8A} \\ &= 4825 s \end{aligned}$$

9. La résistance est

$$\Delta V = RI$$
$$100V = R \cdot 0,05A$$
$$R = 2000\Omega$$

10. a) La résistance est

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 1,678 \times 10^{-8} \Omega m \frac{8m}{\pi (0,0005m)^2} \\ &= 0,1709\Omega \end{aligned}$$

b) Le courant est

$$\Delta V = RI$$
$$50V = 0,1709\Omega \cdot I$$
$$I = 292,5A$$

11. Si les fils ont la même résistance, alors on a

$$R_1 = R_2$$
$$\rho_{Cu} \frac{l_1}{A_1} = \rho_{Al} \frac{l_2}{A_2}$$
$$1,678 \times 10^{-8} \Omega m \frac{10m}{\pi (0,001m)^2} = 2,650 \times 10^{-8} \Omega m \frac{50m}{\pi r_2^2}$$
$$1,678 \cdot \frac{10}{(0,001m)^2} = 2,650 \cdot \frac{50}{r_2^2}$$
$$r_2 = 2,81 \times 10^{-3} m$$
$$r_2 = 2,81mm$$
$$d_2 = 2 \times 2,81mm$$
$$d_2 = 5,62mm$$

12. On a

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$559\Omega = \rho \frac{100m}{\pi\left(0,00005m\right)^2}$$
$$\rho = 4,39\times10^{-8}\Omega m$$

Selon le tableau, ce fil est fait de magnésium.

13. Trouvons la résistivité avec les données du premier fil.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$
$$5\Omega = \rho \frac{40m}{\pi\left(0,0005m\right)^2}$$
$$\rho = 9,817\times10^{-8}\Omega m$$

La résistance du deuxième fil est donc

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 9,817\times10^{-8}\Omega m \cdot \frac{60m}{\pi\left(0,0001m\right)^2} \\ &= 187,5\Omega \end{aligned}$$

14. La résistance est

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 20,8\times10^{-8}\Omega m \frac{0,1m}{0,03m \cdot 0,04m} \\ &= 1,733\times10^{-5}\Omega \end{aligned}$$

15. L'aire du bout de cet objet consiste en la moitié de l'aire d'un cercle de 20 cm de rayon à laquelle on soustrait la moitié de l'aire d'un cercle de 18 cm de rayon.

$$\begin{aligned}A&=\frac{1}{2}\pi\left(0,2m\right)^2-\frac{1}{2}\pi\left(0,18m\right)^2\\&=0,01194m^2\end{aligned}$$

La résistance est donc

$$\begin{aligned}R&=\rho\frac{l}{A}\\&=10,5\times10^{-8}\,\Omega m\frac{1m}{0,01194m^2}\\&=8,795\times10^{-6}\,\Omega\end{aligned}$$

16. La puissance est

$$\begin{aligned}P&=RI^2\\&=100\Omega\cdot\left(8A\right)^2\\&=6400W\end{aligned}$$

17. Le courant est

$$\begin{aligned}P&=I\cdot\Delta V\\60W&=I\cdot12V\\I&=5A\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}Q&=I\Delta t\\80Ah&=5A\cdot\Delta t\\\Delta t&=16h\end{aligned}$$

18. La résistance du fil est

$$
\begin{aligned}
R &= \rho \frac{l}{A} \\
&= 1{,}678\times10^{-8}\,\Omega m \frac{10m}{\pi\left(0{,}0001m\right)^2} \\
&= 5{,}341\Omega
\end{aligned}
$$

La puissance dissipée est donc

$$
\begin{aligned}
P &= \frac{\Delta V^2}{R} \\
&= \frac{\left(120V\right)^2}{5{,}341\Omega} \\
&= 2696W
\end{aligned}
$$

19. La puissance dissipée en chaleur est

$$P_R = RI^2 = 4000\Omega\cdot\left(0{,}5A\right)^2 = 1000W$$

On doit donc avoir

$$1000W = \sigma A\left(T^4 - T_0^4\right)$$

On doit donc maintenant trouver l'aire de cet objet. On va négliger les bouts de la résistance. Le côté de la résistance a une aire de

$$
\begin{aligned}
A &= \left(2\pi r\right)L \\
&= \left(2\pi\cdot 0{,}2m\right)\cdot 2m \\
&= 2{,}513m^2
\end{aligned}
$$

On a donc

$$
\begin{aligned}
1000W &= \sigma A\left(T^4 - T_0^4\right) \\
100W &= 5{,}67\times10^{-8}\,\tfrac{W}{m^2K^4}\cdot 2{,}513m^2\left(T^4 - \left(293K\right)^4\right) \\
T &= 346K \\
T &= 73°C
\end{aligned}
$$

20. La puissance dissipée en chaleur est

$$\begin{aligned} P &= RI^2 \\ &= 250\Omega \cdot (4A)^2 \\ &= 4000W \end{aligned}$$

L'énergie nécessaire pour chauffer l'eau est

$$\begin{aligned} E &= 4190\tfrac{J}{l°C} \cdot 2,5l \cdot 60°C \\ &= 628\,500J \end{aligned}$$

Le temps est donc

$$\begin{aligned} E &= P\Delta t \\ 628\,500J &= 4000W \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 157,1s \end{aligned}$$

21. La puissance fournie par la borne est

$$\begin{aligned} P &= I\Delta V \\ &= 16A \cdot 120V \\ &= 1920W \end{aligned}$$

Le temps de recharge est donc

$$\begin{aligned} E &= P\Delta t \\ 16kWh &= 1,92kW \cdot \Delta t \\ \Delta t &= 8,33h \end{aligned}$$

22. La résistance est

$$\begin{aligned} R &= R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right) \\ &= 10\Omega \cdot \left(1+0,0039°C^{-1} \cdot \left(80°C - 20°C\right)\right) \\ &= 12,34\Omega \end{aligned}$$

23. On a

$$R = R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)$$
$$18,2\Omega = 20\Omega\cdot\left(1+0,0045°C^{-1}\cdot\left(T-30°C\right)\right)$$
$$T = 10°C$$

24. Trouvons la valeur de a avec les données à 0 °C et 40 °C. On a

$$R = R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)$$
$$12\Omega = 10\Omega\cdot\left(1+\alpha\cdot\left(40°C-0°C\right)\right)$$
$$\alpha = 0,005K^{-1}$$

On peut maintenant trouver la résistance à 100 °C.

$$\begin{aligned} R &= R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right) \\ &= 10\Omega\cdot\left(1+0,005°C^{-1}\cdot\left(100°C-0°C\right)\right) \\ &= 15\Omega \end{aligned}$$

25. À 20 °C, on a

$$P_0 = \frac{\Delta V^2}{R_0}$$

À la nouvelle température, on a

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

Puisqu'on veut que $P = 1,25\ P_0$, on a

$$P = 1,25P_0$$
$$\frac{\Delta V^2}{R} = 1,25\frac{\Delta V^2}{R_0}$$
$$\frac{1}{R} = 1,25\frac{1}{R_0}$$
$$R_0 = 1,25R$$

On a donc

$$R = R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)$$
$$R = 1,25R\cdot\left(1+0,0050°C^{-1}\cdot\left(T-20°C\right)\right)$$
$$1 = 1,25\cdot\left(1+0,0050°C^{-1}\cdot\left(T-20°C\right)\right)$$
$$T = -20°C$$